

Title	図表現の基本的な方法(研究会「形と空間」,形態形成の科学的研究(II),科研費研究会報告)
Author(s)	渥美, 浩章
Citation	物性研究 (1988), 51(1): A59-A64
Issue Date	1988-10-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/93480
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

図表現の基本的な方法

製品科学研究所 渥美浩章

図を「知識表現の手段」として捉えると、言語と同じように興味深いテーマが浮かびあがるが、研究者も少なく、今だに研究分野として確立されていない。筆者らは今後の情報処理における図表現の役割の大きさを予測し、まず図表現についての問題を整理・概観してみることを研究の出発点とした。以下はその中の図表現の最も基本となる方法と表現形式の太まかな分類についての試案である。

1. 図表現の特性：

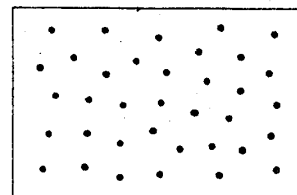
図は、人の思考の基盤であり知識表現の主要手段である言語とは、① 意味単位を表す記号 ② 記号間の関係の表現 の2点において性格を異にしており、ここから双方の表現機能の違いがもたらされる。(表1)

	【 自然言語 】	【 図 】
意味単位	それ自体とはかけ離れた姿の特定の記号（有限個）＝単語	文字、各種弁別記号、事象と相似的連関を保つ図形など、記号の表現上の自由度が高い
意味単位の関係	一次元（時系列）の順序配列の規則に従って関係づけられる＝文法	記号群を配置と線分等によって関係づけ、図形構造として写し出す
表現機能	◎ 抽象的な意味内容の表現 ○ 事実命題の連鎖によって、特定の理解の筋道を表現できる × 表象がしにくい × 多くの意味単位が多元的に関係し合う複雑な情報も、一次元配列を順次辿って表現（理解）せざるを得ない	× 抽象的な意味内容の表現は難しい × 理解の筋道は基本的には読取る側にゆだねられる。ただしこれは○包容力につながる ○ 表象に特長 ○ 図形として表現されるため、全体の大まかな意味の把握、部分的意味の把握が自在に出来る。（ランダム・アクセスが可能）

2. 関係づけの基本的な方法：

多彩な図を概観してみると、図表現の諸形式は ②によって基本的枠組みが形成されていることから、記号間の「関係」を図形として表わす方法をよりどころに系統的整理が出来ないかと考えた。

まず図では多彩な意味単位記号が用いられるが、記号間の「関係」を表わす方法のみに注目するため便宜的に点群で表わし、また空間上に無秩序にバラまかれた状態を関係づけが一切なされていない状態と仮定する。



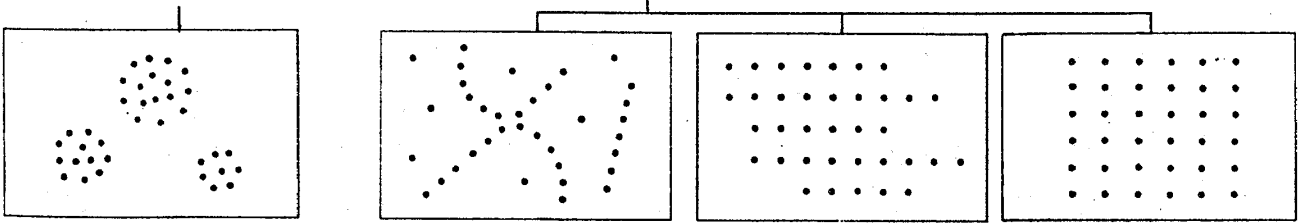
さて我々がこれらを何らかの観点から関係づけ、「図形表現上理解できる」ようにするためには、どのような方法があるだろうか。基本的方法としてこれ迄に整理した結果は下記の通りである。

1) 配置による関係づけ： これには2通りの手段がある。

A 遠近配置（集める）

B 配列配置（並べる）

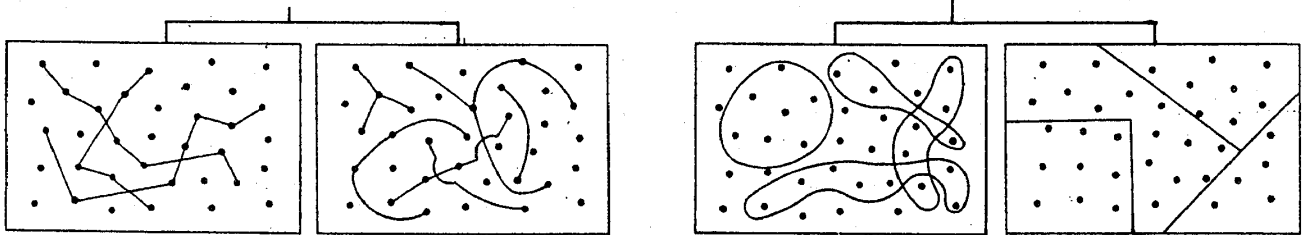
ゲシュタルト法則が働く。



2) 図形の指示機能による関係づけ

イ. 連結図形（結ぶ）

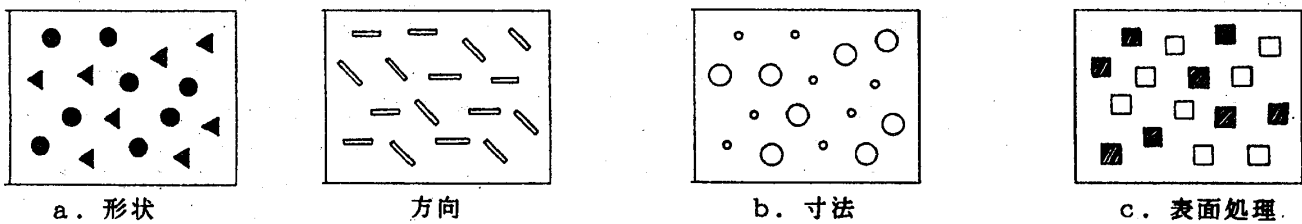
ロ. 領域図形（囲む、分割する）



3) 意味単位記号の表現による関係づけ：

a 形状の差異による。方向性も含める。 b 寸法（大きさ）の差異による。

c 表面処理（色彩、パターンなど）の差異による。



a. 形状

方向

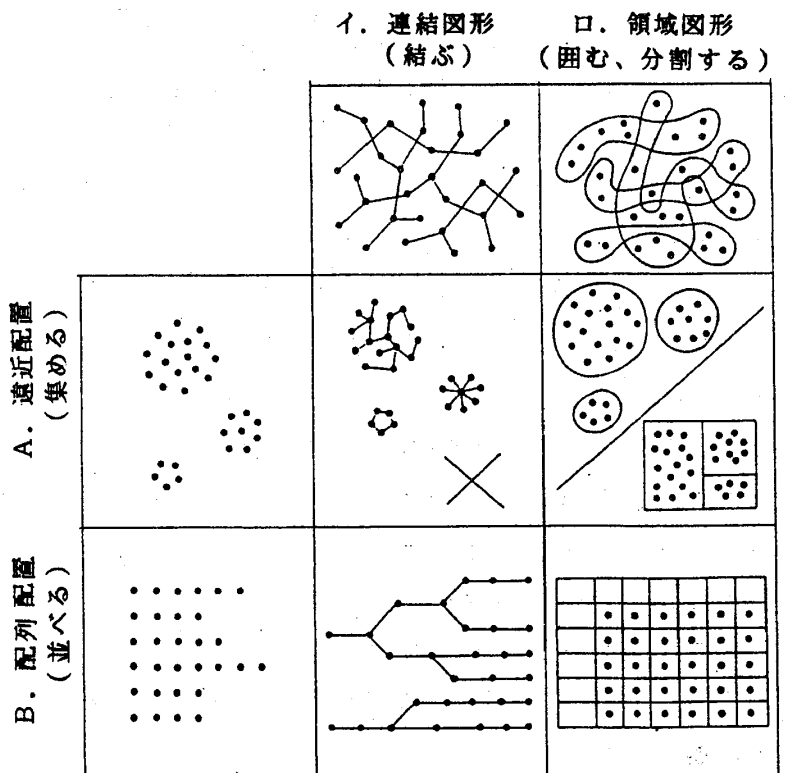
b. 寸法

c. 表面処理

なお我々が描く図では、上記方法を単独に用いることもあるが、各々の方法の表現上の限界を補い、理解しやすいものとするため組合せるのが普通である。ここで上記12、の組み合わせを見ると、よく用いる図の「形式」の基本型が形成されることが解る。組み合わせることで、識別を容易にしたり、異なる表現機能を併せもつことになる。

(注)

図中、Aとイの組合せは、識別上効果がないので活用されることはほとんどない。



3. 3種の基本形式（領域系、連結系、配列系）

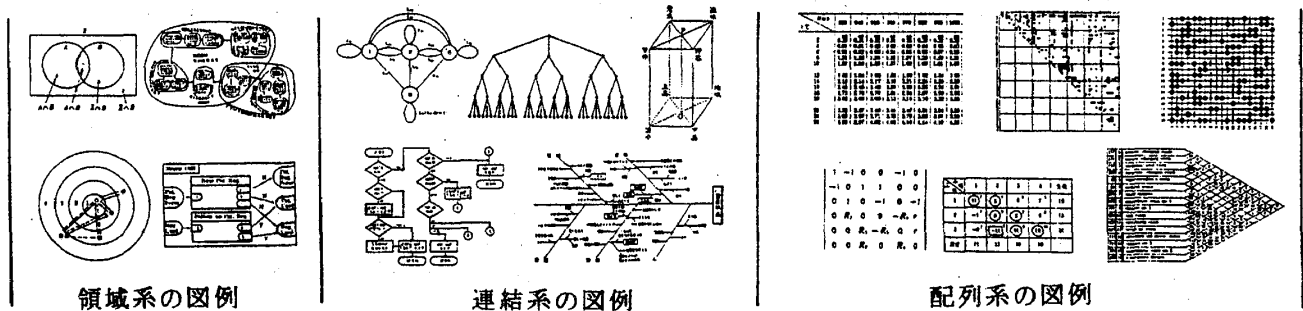
ところで、我々は上記の関係づけの基本方法を意図して使い分ける。これは、それらが単に記号群を関係づける働き（部分集合の形成）だけでなく、「関係の意味内容」や関係の構造を表わす上で、特有の機能を有しているためである。また基本方法を組合せる場合にも、特定の関係の意味や構造に重きを置き、それを表現するにふさわしい方法を主たるよりどころとする。このことから、多彩な図表現の形式を大まかに分類するに際し、「関係を表わす上で基盤となる方法」という観点を取り、まず下記をあげた。

1) 領域系：領域図形による表現を基盤として展開される図

2) 連結系：連結図形による表現を基盤として展開される図

3) 配列系：配列による表現を基盤として展開される図

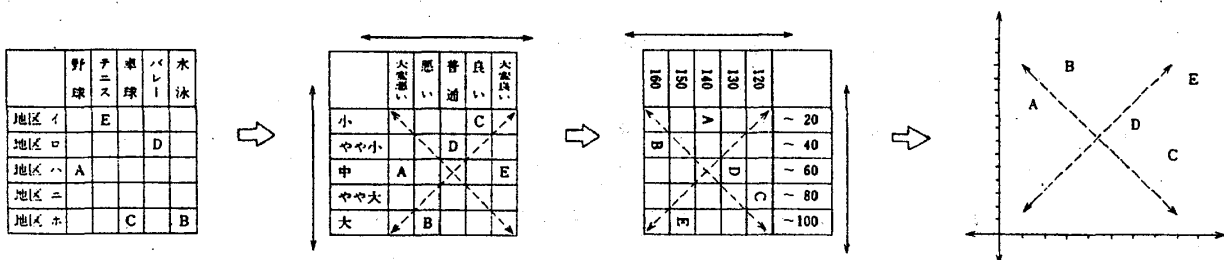
なお、遠近配置（集める）は、表現上の基盤としては、識別容易な領域図形の方を採用することが多いこと、また意味単位記号の表現による方法は、他の方法の表現上の限界を補うため活用されるため、図表現の形式を大まかに分類するレベルでは省くことにした。



4. 座標系の図

座標は設定された指標に基づいて、空間内の位置を特定する仕組みである。上記迄が原則的にはあらかじめ理解された関係を表現する方法であるのに対し、座標を用いる表現では、関係は座標上に配置された記号群の位置関係を読み取ることで理解されるという点が異なる（座標上で読み取られた関係を明示するために関係づけの基本方法が併用されることが多い）。このような違いはあるが、数量的関係を表わし、また解析幾何学的演算や作図操作を可能とするなど、他の方法と異なる特有の表現機能を持ち、この仕組みを基盤とする形式は極めて多い。これらは座標系の図（座標図）としてまとめることにする。

なお座標の原点は配列という関係づけの方法にあり、その座標的用法（例えば行列配列で、行、列それぞれに意味を与えて指標とし、意味単位記号を配置する）における指標が、分類カテゴリー → 定性的順序配列 → 数量による順序配列 → 空間上の距離との対応 という過程でデカルト座標の類に至るという見方も出来るかも知れない。



行列配列からデカルト座標へ。

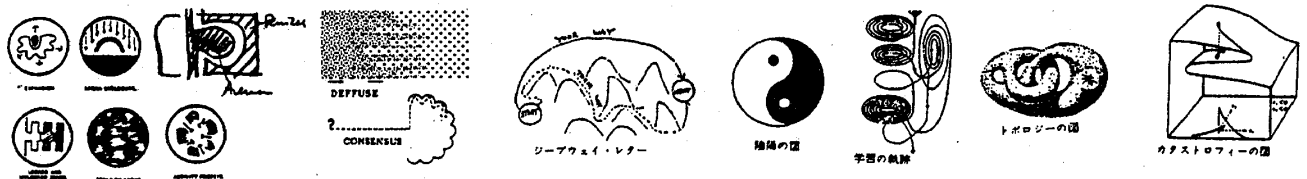


座標系の図例

5. 形象系の図

これ迄は意味単位記号の関係状態を明示するという前提で図表現の方法を考えてみた。しかし図表現には、個々の意味記号や関係を理解する以前に、表現された図形の全体形から関係構造の大まかな特徴や意味が把握できる、という利点がある。例えば下図は、このような大まかな、またあいまいさを含む理解を前提とする表現である。我々は幾何学図形を含めて、外界から抽象したさまざまな図形群もまた知識として蓄積している。そしてそれらの図形に備わる構造的特徴を理解していれば、それらを引き合いに出すことで目的とする関係構造の特徴や意味の表現が出来る。ただしこのような同型性に基づく表現によって他者に理解させるためには、共通の知識により関係構造の特徴や意味が大まかなりに特定される図形を用いる必要がある。

この種の表現は形象（図形より広義）系の図としてまとめることにした。



形象系の図例

6. おわりに

上記の他、図表現の展開として、意味単位記号、関係の強度・方向性、多重関係、階層構造の各々の表現方法、座標図の分類、図の組み合わせ、変形操作、思考の道具としての活用、図の体系的活用、マン・マシン・システムでの図表現、等について検討したが、今回は図表現の基本的な方法と形式分類の試案の主要紹介にとどめた。ただしまだエスキースの段階にすぎない。また短くまとめたため説明不足になったこととお詫びしたい。

なお図表現の基本的な方法（要素の人為的な関係づけによる図形化とその認知）についての試案は、物理的な力による形の生成の仕組みを研究する立場からでも検討いただく必要があります。それにしても「関係とは何か」が基本的な問題となるようです。

1. 出原栄一、吉田武夫、瀧美浩章：「図の体系」、日科技連出版、1987
2. 出原栄一：人間と図形言語、「コンピュータグラフィック論」、日科技連出版、1987
3. 脇本、他：「多変量グラフ解析法」、朝倉書店、1983
4. 寺野寿郎：「システム工学入門」、共立出版、1985
5. J. ベルタン、森田喬訳：「図の記号学」、平凡社、1982

その他

討論 (DISCUSSION)

図表現の基本的な方法

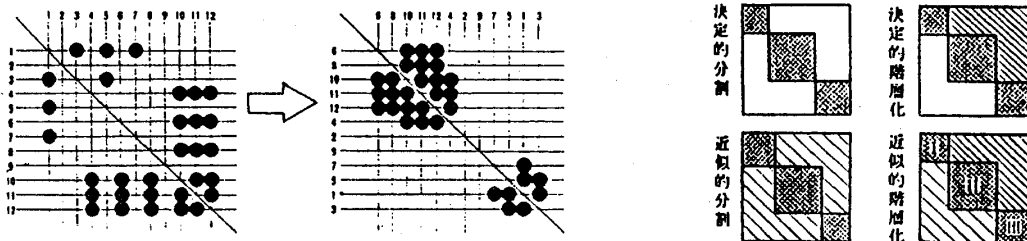
瀧美 浩章 (工技院・製品科研)

小川 泰 先生への回答

2次元の表 (table) における、行 (row)、列 (column) への項目の配列順序については、ご指摘の通り、

- 1・序列があらかじめ規定されている場合
- 2・特定のルールによって序列が自ずから定まる場合
- 3・序列化のルールもしくは観点はあっても、それが困難な場合
- 4・序列化のルールや観点がない場合

などがあり、3、4では作成者の判断や工夫が必要となります。ただし、このような判断、工夫の努力は、あいまいであった情報の構造を明確にする、あるいは問題に対する新たな視点を獲得することにもつながります。判断、工夫は作成者に求められますが、行列表に限らず、図はその思考を助成する役割をはたす場合が少なくありません。なお未整理な行列表の項目の並びかえ (構造化) は構造モデルを縮約するシステム工学の一方法となっています。



構造モデルの縮約

C. 1: 点集合の関係づけを集める、並べる、結ぶ、図むの4概念 (見方) で分類されているが、順序づけ (又は番号づけ) という概念 (見方) はこの4つと同等の重みをもっていると思う。上の「並べる」の下部構造に位するような軽いものではないと思う。順序づけは時の流れ、つまり図形に4次元性をもたせる大事な座標軸の1つである。

地図上の震源地の時系列、クラスの生徒の試験成績順、基譜 etc.

2: カタストロフィーの図こそが、あいまいな概念を数学的に厳密な形で表現したもので、あいまいな図の代表にとることは全く正しくない。

細矢 治夫 (お茶大・理・化学)

1: 「関係づけ」という視点から見ると、ご指摘の通り順序づけは重要な方法です。ただここでは、あくまで「二次元空間上の視覚表現で表す方法」、という視点から捉えています。空間上に同時並存状態として表される図形から、順序という一次元的関係を読み取らせるための方法は種々ありますが、これらを集約すると、やはり、配置（並べる）、図形の指示機能（連結図形）、そして意味単位記号の表現、のいずれか、あるいはその組合せに依存するということになりました。番号づけは、意味単位記号による指示、また楽譜のようなスコアは配置による指示が基本となっていると考えます（これらについては、図の体系で触れております。今回ごく一部を紹介したため、説明不足になりました）。順序づけは関係づけの概念としては最重要なものの一つですが、「図表現の方法」という視点からは独自の方法として取り出しにくいと考えます。関係づけの方法、そのものに対する分類ということであれば、先生のご指摘の視点から別の分類ができると思います。

時空4次元世界に生起するさまざまな現象に私達が捉える関係は多彩です。図表現はその一部を表現する手段にすぎませんが、コンピュータ・グラフィックスという強力な武器を手にしたことで、とくに順序、もしくは時系列変化の表現が容易になりました。ダイナミクスを加え、時空4次元の関係表現という視点から今回分類を再度検討する必要があることは痛感しております。

2: 形象系については、筆者らの間で相当議論されました。結果ここでは、1-4までの方法区分にはなじみにくい図で、①視覚表現上、意味の単位を表す記号とそれらの関係を表す上で、他の方法のように特定のルールに基づかない、もしくはしぼられない、より自在な図形（形）表現、②表現された「形」そのものが担う意味が重要な役割を担う、の視点を併せて、「包括的」にまとめることになりました。ご指摘のカタストロフィの図は、3次式をもとに表わされたという意味では座標系の方がふさわしい、という見方もありましたが、表わされた結果としての「図形」そのものがよく知られ（カタストロフィの型）、独立して理解の手段となっていることから、②の視点からあえてこの区分に入れました。

なお本文で「あいまいさを許す」としたのは、この区分に入る図に、意味の単位や関係が分節化されて明確に表現されないものが多いためです。短くまとめたため説明が片手落ちになりました。とは云え先生のご指摘もあり、形象系については再考したいと思います。

また分類を細かくすれば、もっと納得のいく整理ができるかとも思いますが、パースの記号論のように、ふくれ上がる恐れもあり、また今回は問題提起という意味からあえて強引に5区分に押えました。それにしても分類の難しさを痛感しました。

C. 2次元的な表(table)で行(row)や列(column)への項目の配列順序は事物を1次元的に順序づけます。客観的に序列が決まっている場合もあれば、系統化が困難であったり一義的でなかったりで一般的には作製者の意図も押し込むことができます。どう序列化するかは図表の体系化自体の対象ではないのかもしれませんが、... (当日は、時間の都合で発言しませんでした)

小川 泰(筑波大・物理工)